

Report Progetto Plant simulation

Gaborin, Michael , 1222970

Lovato, Alessio, 2085549

1. Definizione del problema

Il sistema produttivo di seguito riportato è stato dimensionato e progettato. Il progetto richiede la validazione ed il tuning tramite simulazione dinamica ad eventi discreti di un sistema produttivo e logistico costituito da 3 linee di produzione flessibili mixed model, un sistema di movimentazione AGV che esegue un ciclo di controllo, un sistema di trasporto tramite conveyor e pick and place che eseguono lo smistamento e il packaging finale.

Linee produttive

Le 3 linee a sx producono rispettivamente i seguenti prodotti con i rispettivi tempi medi per stazione

Line	Product	ST1 [min/piece]	ST2 [min/piece]	ST3 [min/piece]
Line 1	A (yellow)	5	4	5
Line 1	B (orange)	7	5	5
Line 2	C (red)	4	3	6
Line 2	D (green)	6	7	4
Line 3	E (blue)	6	6	5
Line 3	F (black)	6	5	6

I pezzi così prodotti vengono bufferizzati a fine linea.

Sistema di Movimentazione

I prodotti vengono poi caricati su una rete di trasporto fatta da AGV (AGV con capacità di carico 1 pezzo)

Vengono portati prima sulla stazione TEST 1.

- Il 95% dei prodotti, che hanno esito positivo al test, prosegue verso la stazione “Charge Station” e successivamente verso la “Control Station” per poi essere caricati tramite il pick and place “Loader” nel Conveyor.
- Il 5% dei prodotti, che hanno esito negativo al test, prosegue verso la stazione “Repair Station” e successivamente di nuovo verso la stazione TEST 1 dove ri-inizia il ciclo.

I tempi delle stazioni sono i seguenti per tutti i prodotti

Station	Time [min/piece]	Distribution
Test 1	4-6	Uniform
Charge	15-25	Uniform
Control	20-35	Uniform
Rapair	15-30	Uniform

Sistema sorting e packaging

Successivamente il prodotto viene caricato da un pick and place su un conveyor. Successivamente in funzione del nome del prodotto viene sortato.

A,B,C su Linea 1, la quale finisce nel Buffer B1.

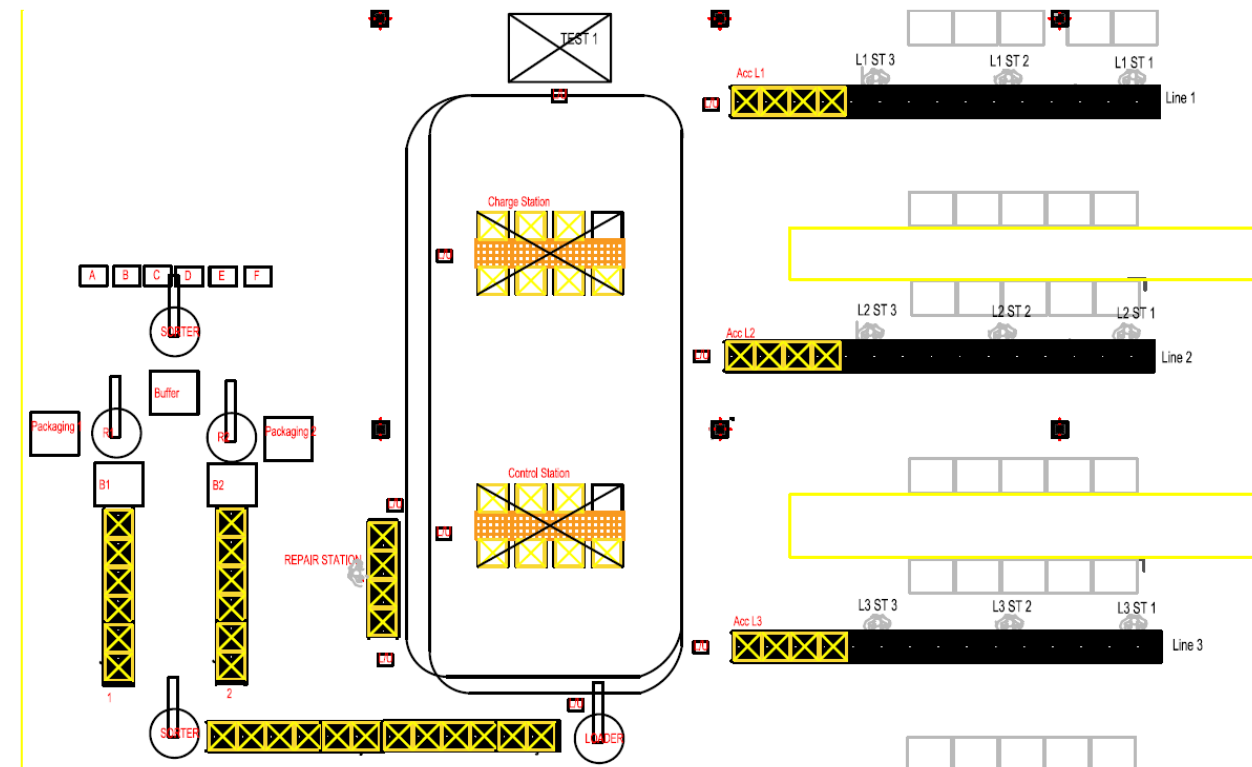
D, E, F su Linea 2, la quale finisce nel Buffer B2.

I prodotti vengono poi messi su 2 stazioni di packaging, rispettivamente dai 2 robot, e poi messi nel buffer comune Buffer. I tempi di packaging sono i seguenti.

Product	Packaging [min/piece]
A (yellow)	5
B (orange)	6
C (red)	6
D (green)	6
E (blue)	5
F (black)	4

Successivamente i prodotti vengono sortati verso le uscite per prodotto da un pick and place.

Layout



Assunzioni (data)

Ipotizziamo che i tempi di approvvigionamento delle linee corrispondano al tempo medio di lavorazione dei particolari della prima stazione di ogni linea.

In tutte le simulazioni è stato considerato un impianto ideale, ovvero tutte le macchine e gli MHS presentano O.E.E. unitario.

Infine i buffer fuori dalle linee non sono stati utilizzati come buffer.

2. Creazione del modello di simulazione

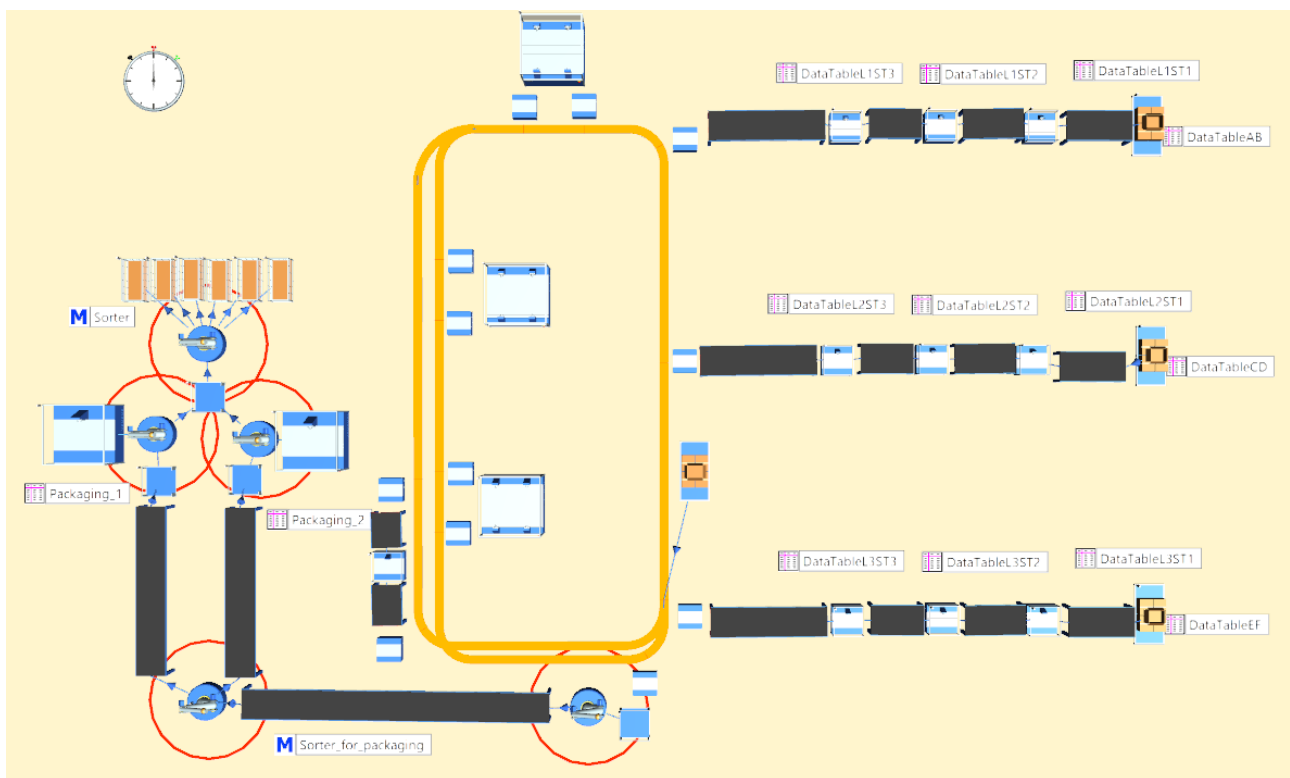
Oggetti utilizzati nel modello di simulazione

Nel modello di simulazione sono state utilizzate delle stazioni in parallelo nelle stazioni di Test, Charge e Control, mentre per tutte le altre sono state utilizzate stazioni singole.

Per il trasporto rigido tra le stazioni sono stati utilizzati dei comuni conveyor, mentre la movimentazione automatica dei componenti avviene tramite AGV o robot antropomorfi.

In alcuni casi sono stati utilizzati anche dei buffer.

Layout di simulazione



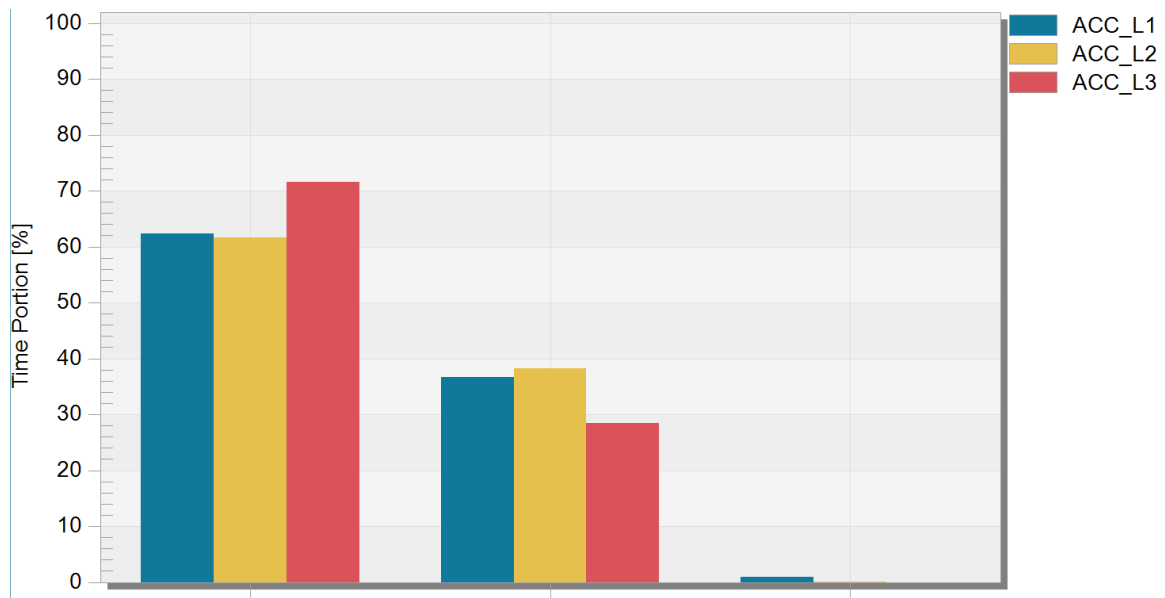
3. Scenari analizzati e output di simulazione

Scenario Master

In questo scenario è necessario avere una flotta di 3 AGV in quanto un numero minore porta alla saturazione della linea 1. Inoltre affinché nelle linee non avvengano dei colli di bottiglia è necessario che le stazioni parallele abbiano il seguente numero di unità:

- Test: 7 stazioni
- Charge: 15 stazioni
- Control: 19 stazioni

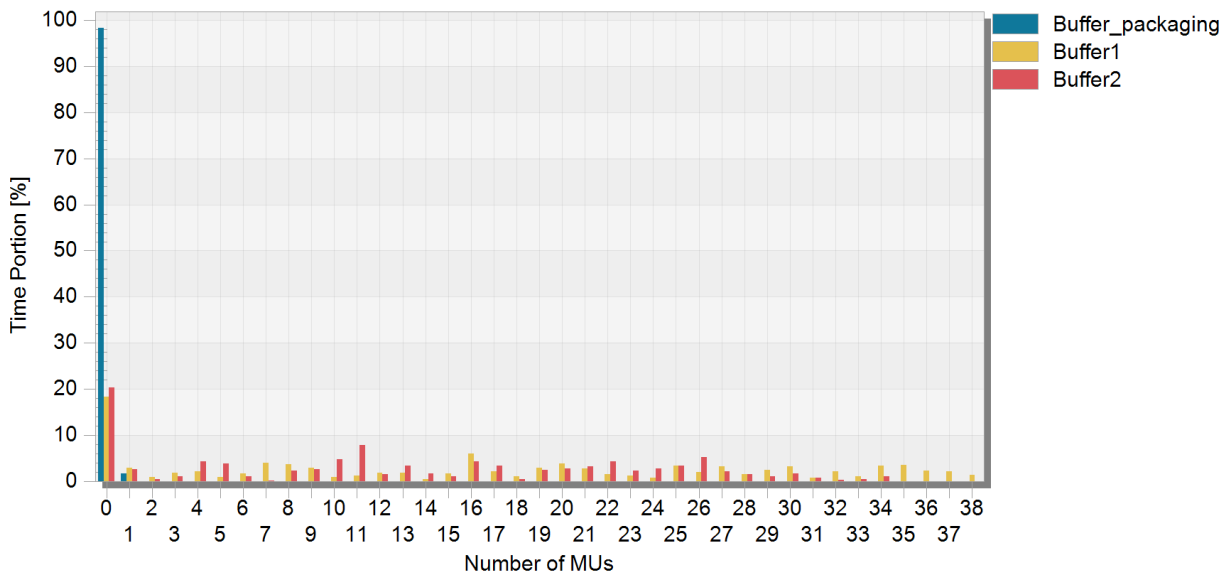
Come dimostrato dal seguente grafico ricavato dalla simulazione, è necessario avere un accumulo di un componente sulla terza linea, mentre nelle altre due è necessario un accumulo di due componenti.



I buffer di packaging, invece, richiedono le seguenti dimensioni:

- Buffer packaging: 1 pezzo
- Buffer_1: 38 pezzi
- Buffer_2: 34 pezzi

Occupancy



Per calcolare i tempi ciclo reali delle linee abbiamo utilizzato la tecnica del VAM. Ovvero il tempo ciclo corrisponde al tempo ciclo di un prodotto medio dei due realizzati nella linea. In questo modo per calcolare tale valore sarà sufficiente eseguire il rapporto tra le 8 ore lavorative ed il numero di pezzi usciti (ed eventualmente accumulati) dal convogliatore finale in ogni linea. Per accedere a quest' ultimo valore è sufficiente visualizzare le statistiche del convogliatore.

- Tempo ciclo reale Linea 1: 6 minuti e 6 secondi (78 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 2: 5 minuti e 10 secondi (93 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 3: 6 minuti e 14 secondi (77 pezzi)

Infine, la produttività dell'intero impianto, in 8 ore, risulta:

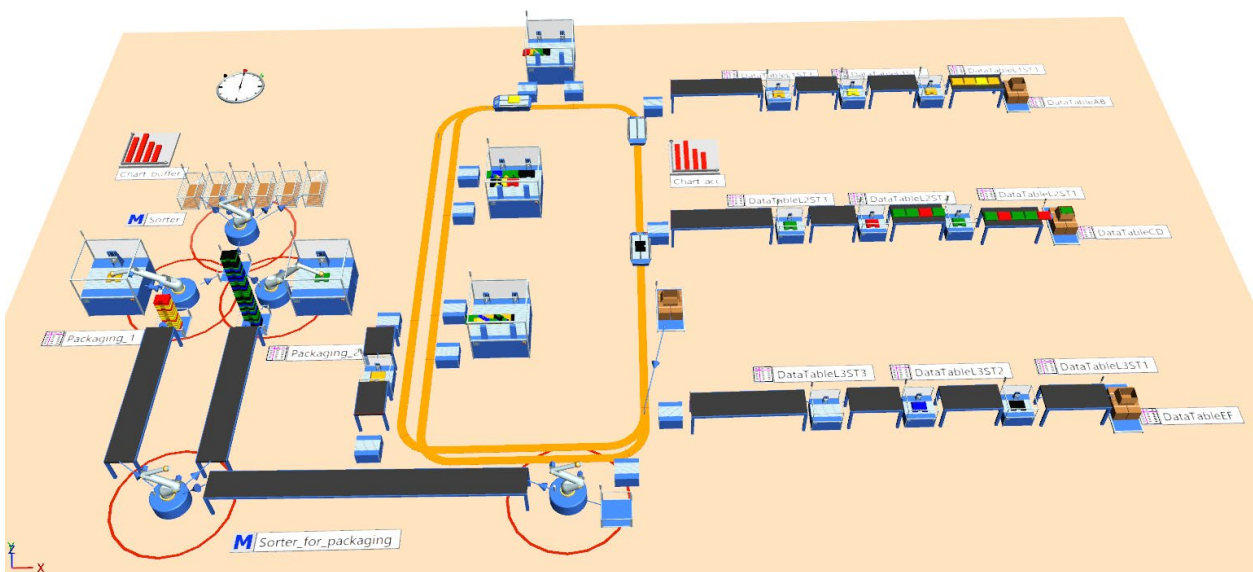
- Componente A: 21 pezzi
- Componente B: 21 pezzi
- Componente C: 25 pezzi
- Componente D: 28 pezzi
- Componente E: 23 pezzi
- Componente F: 23 pezzi

Scenario 1

Per simulare questo scenario è stato necessario modificare le percentuali di approvvigionamento delle linee secondo quanto riportato di seguito:

30% A, 70% B, 30% C, 70% D, 30% E, 70% F

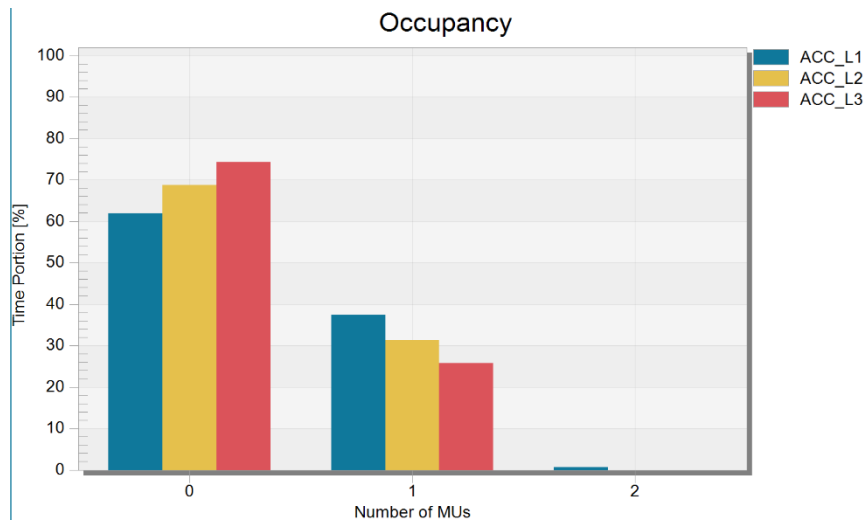
Lasciando tutte le impostazioni dello scenario precedente otteniamo che le prime stazioni delle linee 1 e 2 diventano i colli di bottiglia come è possibile osservare di seguito:



Questo è dovuto al fatto che ora i componenti con frequenza maggiore sono anche quelli con tempi di lavorazione maggiori nelle prime stazioni.

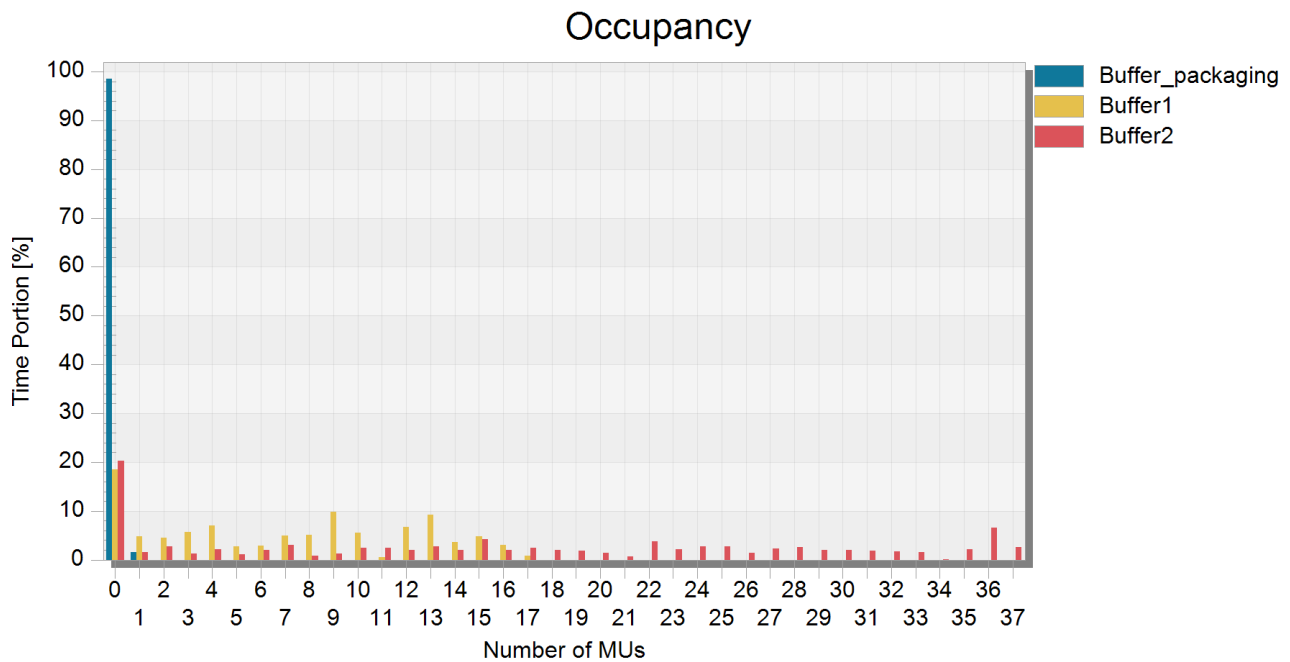
La flotta di AGV ed il numero di stazioni in parallelo invece rimane identico a quello dello scenario master, questo è dovuto sempre al fatto che sono le prime stazioni delle linee ad essere il collo di bottiglia.

Per quanto riguarda l'accumulo a fine linea, con questo setup nella linea due è sufficiente una sola locazione per il buffer, mentre il resto rimane invariato.



Come visibile dall'illustrazione iniziale dello scenario, è necessario modificare la dimensione dei buffer poiché il buffer del packaging 1 può essere notevolmente ridotto, mentre quello della linea 2 di packaging deve essere lievemente incrementato:

- Buffer packaging: 1 pezzo
- Buffer_1: 17 pezzi
- Buffer_2: 37 pezzi



Per calcolare i tempi ciclo reali delle linee utilizziamo la stessa metodologia dello scenario master:

- Tempo ciclo reale Linea 1: 6 minuti e 34 secondi (73 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 2: 6 minuti (80 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 3: 6 minuti e 9 secondi (78 pezzi)

Infine, la produttività dell'intero impianto, in 8 ore, risulta:

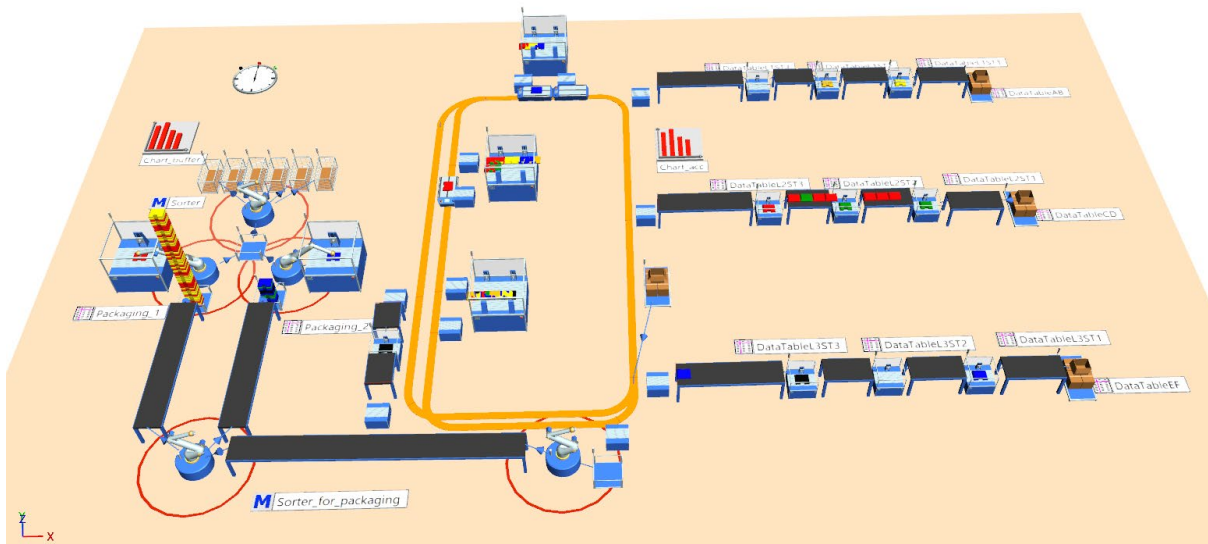
- Componente A: 15 pezzi
- Componente B: 35 pezzi
- Componente C: 16 pezzi
- Componente D: 32 pezzi
- Componente E: 13 pezzi
- Componente F: 30 pezzi

Scenario 2

Per simulare questo scenario è stato necessario modificare le percentuali di approvvigionamento delle linee secondo quanto riportato di seguito:

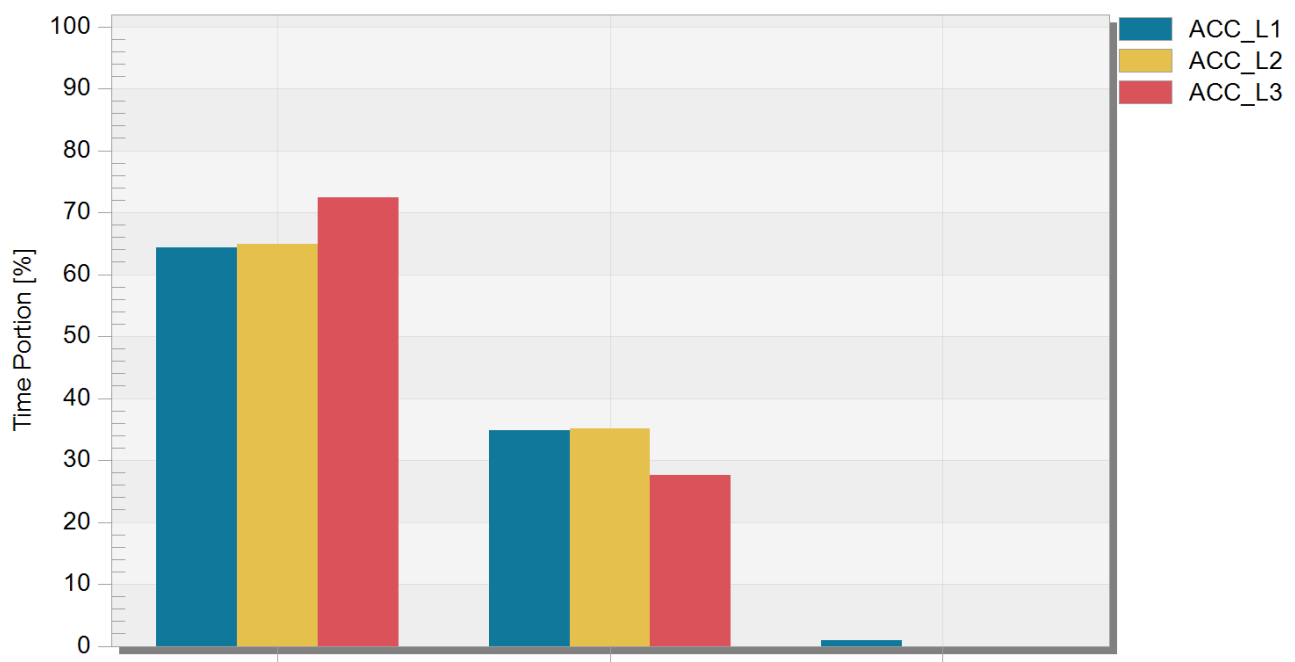
70% A, 30% B, 70% C, 30% D, 70% E, 30% F

Lasciando tutte le impostazioni dello scenario master notiamo come la terza stazione della seconda linea diventa il collo di bottiglia.

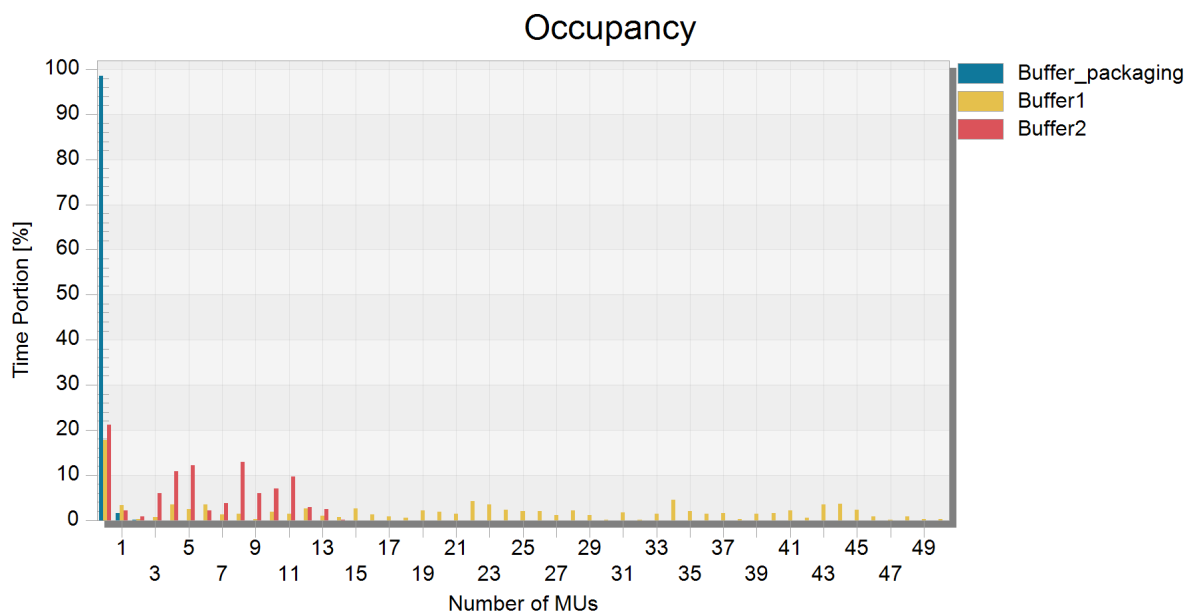


La flotta di AGV invece rimane identico a quello dello scenario master; una sua riduzione comporterebbe code nelle linee, mentre un aumento non porterebbe a miglioramenti significativi in quanto non è presente accumulo alla fine delle linee.

L'accumulo a fine linea infatti rimane invariato, rispetto allo scenario precedente, come si vede nella figura seguente:



Per quanto riguarda i buffer di packaging:



Come visibile dall'illustrazione iniziale dello scenario, è necessario modificare la dimensione dei buffer nel packaging in quanto, rispetto allo scenario master, si ha molta più affluenza al packaging 1:

- Buffer packaging: 1 pezzo
- Buffer_1: 50 pezzi
- Buffer_2: 14 pezzi

Per calcolare i tempi ciclo reali delle linee utilizziamo la stessa metodologia dello scenario master:

- Tempo ciclo reale Linea 1: 6 minuti e 9 secondi (78 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 2: 5 minuti e 35 secondi (86 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 3: 6 minuti e 14 secondi (77 pezzi)

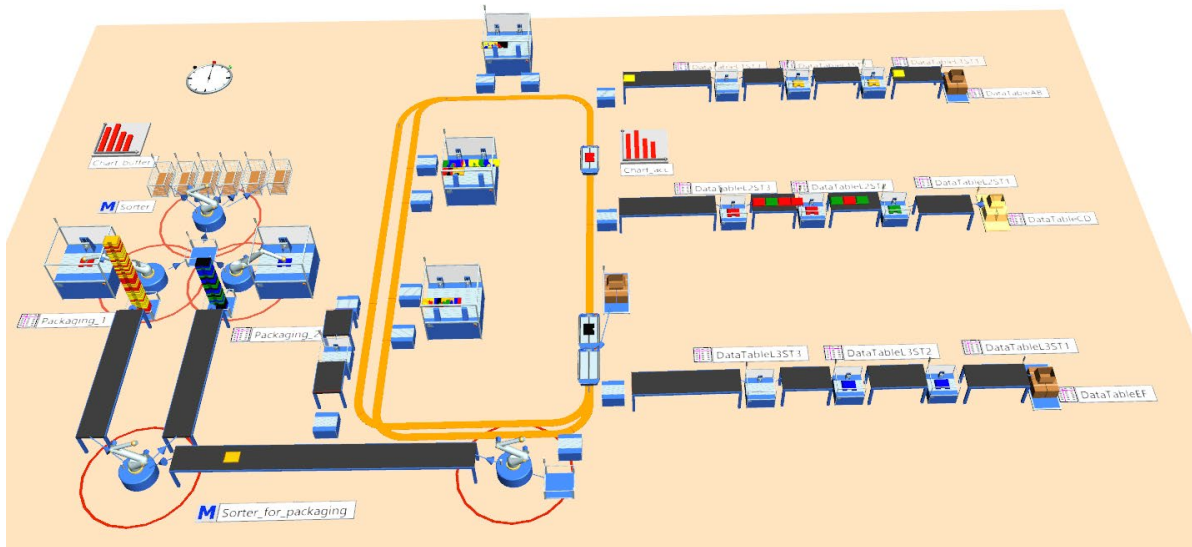
Infine, la produttività dell'intero impianto, in 8 ore, risulta:

- Componente A: 27 pezzi
- Componente B: 12 pezzi
- Componente C: 29 pezzi
- Componente D: 19 pezzi
- Componente E: 39 pezzi
- Componente F: 17 pezzi

Scenario Random

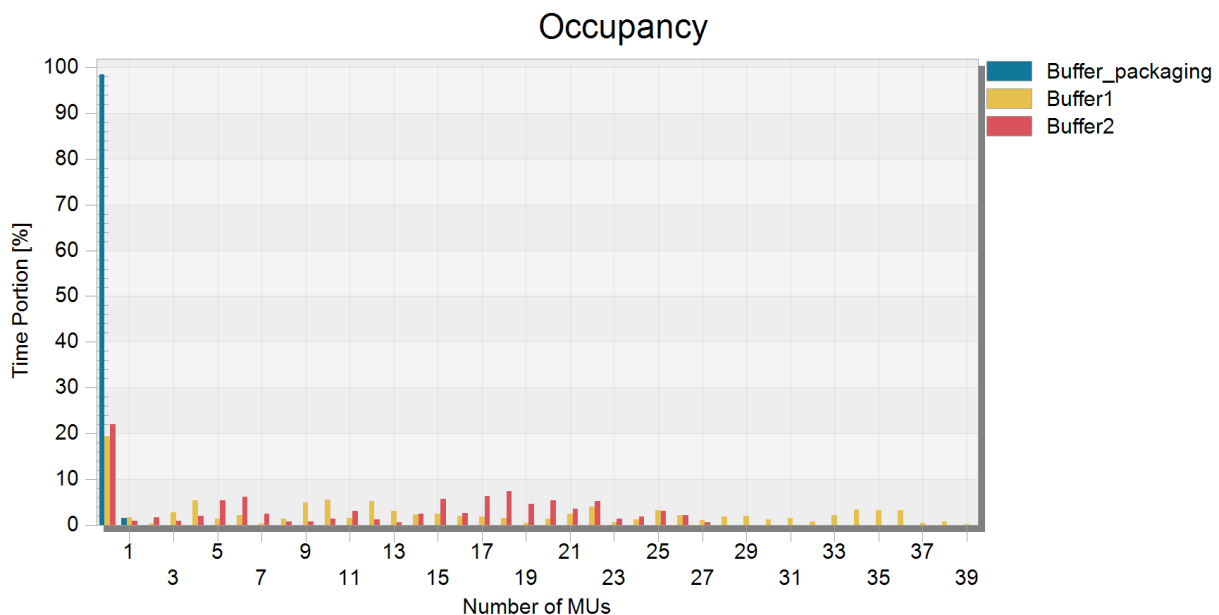
Per simulare questo scenario è sufficiente selezionare l'opzione random nelle source dei prodotti delle linee. È comunque necessario inserire l'assortimento con il quale si ha l'approvvigionamento; nel nostro caso è stata selezionato quello dello scenario master.

Notiamo come anche questo scenario presenti un collo di bottiglia simile allo scenario 2.



La flotta di AGV rimane invariata per gli stessi motivi citati in precedenza.

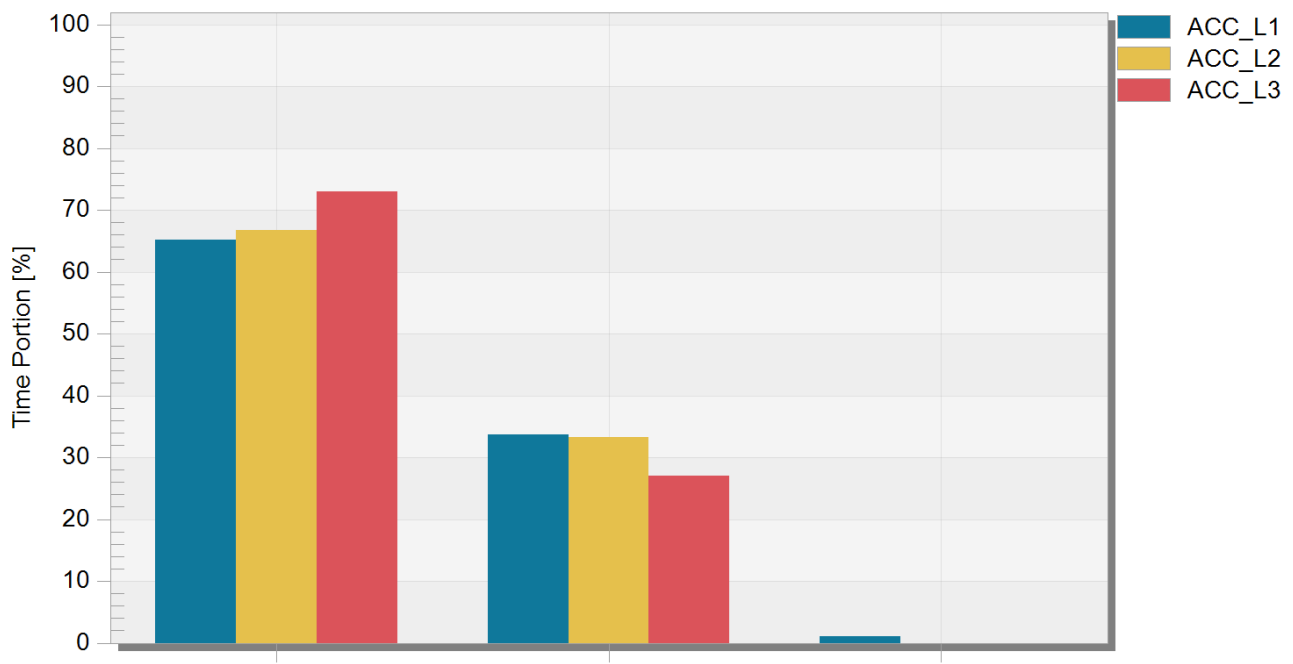
Come visibile nella figura sottostante con questo scenario l'utilizzo dei buffer di packaging è abbastanza livellato rispetto agli scenari 1 e 2:



La dimensione necessaria dei buffer risulta quindi:

- Buffer packaging: 1 pezzo
- Buffer_1: 39 pezzi
- Buffer_2: 27 pezzi

L'accumulo a fine linea rimane invariato rispetto agli scenari 1 e 2, come si vede nella figura seguente:



Per calcolare i tempi ciclo reali delle linee utilizziamo la stessa metodologia dello scenario master:

- Tempo ciclo reale Linea 1: 6 minuti e 14 secondi (77 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 2: 5 minuti e 35 secondi (86 pezzi)
- Tempo ciclo reale Linea 3: 6 minuti e 9 secondi (78 pezzi)

Infine, la produttività dell'intero impianto, in 8 ore, risulta:

- Componente A: 18 pezzi
- Componente B: 23 pezzi
- Componente C: 25 pezzi
- Componente D: 25 pezzi
- Componente E: 28 pezzi
- Componente F: 20 pezzi

4. Analisi dei dati e considerazioni finali

Analizziamo ora il numero di stazioni in parallelo necessarie:

Scenario	Stazione Test	Stazione Charge	Stazione Control
Master	7	15	19
Scenario 1	7	15	19
Scenario 2	7	16	21
Random	7	16	20

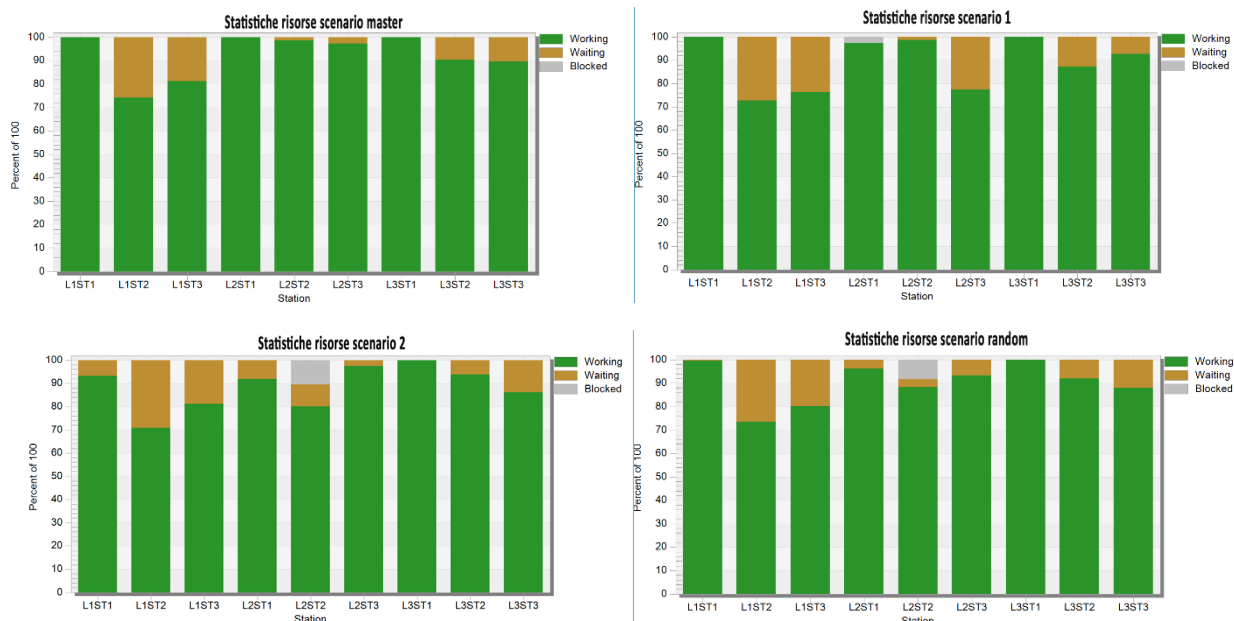
Vediamo come dimensionando il sistema per lo scenario 2, siamo in grado di soddisfare tutte le casistiche proposte.

La tabella seguente riassume i valori ottenuti per le dimensioni dei buffer di packaging:

Scenario	Buffer_packaging	Buffer_linea_packaging_1	Buffer_linea_packaging_2
Master	1	38	34
Scenario 1	1	17	37
Scenario 2	1	50	14
Random	1	39	27

Per dimensionare i buffer in modo che riescano a soddisfare tutte le casistiche proposte, è necessario prendere i valori evidenziati. Dal momento che possiamo sfruttare anche i convogliatori di afflusso, è consigliabile utilizzare dei buffer di dimensione minore (ad esempio quelli dello scenario master) e utilizzare i convogliatori come cuscinetti per gestire gli eccessi dei buffer. Nel caso si abbia solo uno scenario possibile è comunque consigliabile diminuire la dimensione dei buffer e lasciare parte dei componenti in attesa nel convogliatore.

Riportiamo inoltre dei grafici che descrivono l'utilizzo delle stazioni nelle linee nei vari scenari:



Stando a questi risultati, se le prime stazioni delle linee fossero più veloci avremmo una netta riduzione dei tempi di ozio di tutte le linee. Questa affermazione non è applicabile alla linea 2 in quanto solo nello scenario master non presenta colli di bottiglia e tutte le stazioni sono pressoché saturate.